

Title:

VERFAHREN ZUM OPTIMIEREN EINES KAELTEMITTELKREISES, KAELTEMITTELKREIS
UND VERDAMPFER DAFUER.

Operating cycle optimization process for refrigeration system uses compensation
chamber between evaporator and compressor

Inventor(s):

WENNING-Udo WOLF-Ulrich
EBERHARDT-Hans.Frieder

MRZYGLOD-Matthias

HERRMANN-Ralf

Patent Assignee :

BOSCH-SIEMENS

Patent Number(s):

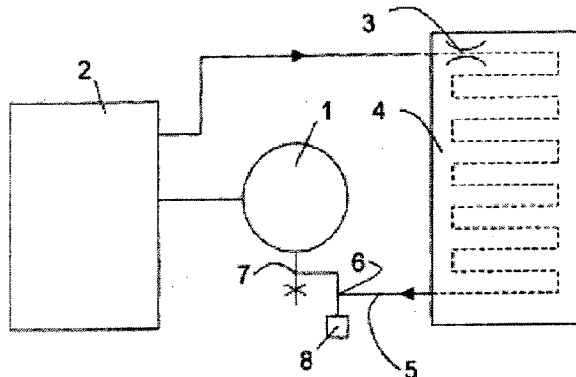
DE10061156 20020613 A1

Priority Details:

20001208 DE 10061156

Abstract:

The operating circuit for the refrigerator includes a compressor (1)
delivering working fluid vapor to a heat exchanger (2) in which the vapor condenses.
The liquid passes through a throttle valve (3) at the entrance to an evaporator (4)
which cools the refrigerated chamber. The vapor leaves the condenser and passes
through a line (5) to a first junction (6) leading to a compensation chamber (8) and
the compressor. A second junction (7) just before the compressor gives access to a
drain.



Bn 3612.75

INDEX



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 61 156 A 1**

51 Int. Cl. 7:
F 25 B 41/00
F 25 B 39/02
F 25 D 11/02

21 Aktenzeichen: 100 61 156.7
22 Anmeldetag: 8. 12. 2000
43 Offenlegungstag: 13. 6. 2002

DE 100 61 156 A 1

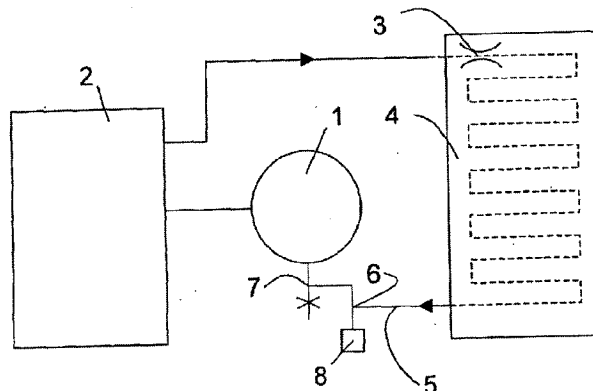
71 Anmelder:
BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, 81669
München, DE

72 Erfinder:
Wenning, Udo, Dipl.-Phys., 89537 Giengen, DE;
Wolf, Ulrich, Dipl.-Ing.(FH), 89537 Giengen, DE;
Mrzyglod, Matthias, Dipl.-Ing., 89075 Ulm, DE;
Herrmann, Ralf, Dipl.-Phys., 89431 Bächingen, DE;
Eberhardt, Hans-Frieder, Dipl.-Phys., 89537
Giengen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zum Optimieren eines Kältemittelkreises, Kältemittelkreis und Verdampfer dafür

57 Zum Optimieren des Wirkungsgrades eines mit einer festgelegten Menge an Kältemittel zu befüllenden Kältemittelkreises wird das Innenvolumen wenigstens eines Abschnitts, insbesondere eines Verdampfers (4), des Kältemittelkreises mit einem Referenzwert verglichen, und bei Abweichung von dem Referenzwert wird das Volumen einer an dem Kältemittelkreis vorgesehenen verformbaren Kompensationskammer (8) angepasst. Die Kompensationskammer kann insbesondere durch einen toten Arm an einer Kältemittelleitung des Verdampfers gebildet sein.



DE 100 61 156 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Optimieren eines Kältemittelkreises, einen für die Durchführung des Verfahrens geeigneten Kältemittelkreis und einen Verdampfer dafür.

[0002] Kältegeräte müssen für einen optimal wirtschaftlichen Betrieb eine bestimmte Kältemittelmenge beinhalten, die von dem Innenvolumen des Kältemittelkreises abhängig ist. Dieses Innenvolumen setzt sich aus den Volumina der verschiedenen Komponenten des Kältemittelkreises zusammen, wobei im allgemeinen der Verdampfer den größten Beitrag zu dem Innenvolumen leistet. Die Volumina der verschiedenen Komponenten streuen aufgrund von Herstellungstoleranzen. Wenn das Innenvolumen des Kältemittelkreises zu weit von einem vorgegebenen Sollwert abweicht, so beeinträchtigt dies den Wirkungsgrad des Kältegerätes.

[0003] Zur Zeit werden aufwendige Prüfungen an den für die Kältemittelkreise von Kältegeräten bestimmten Verdampfern durchgeführt, um deren Innenvolumen zu messen und solche Verdampfer, deren Innenvolumen zu stark von einem Sollwert abweicht, auszusondern. Mit einem solchen Verfahren eine enge Toleranz beim Innenvolumen zu erreichen, ist ausgesprochen kostspielig, denn je enger der Toleranzbereich definiert wird, um so größer ist die Zahl der Verdampfer, die bei einer solchen Prüfung aussortiert werden müssen. Der zuzulassende Toleranzbereich ergibt sich folglich aus einer Kosten-Nutzen-Betrachtung; enge Toleranzgrenzen, die unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit des fertigen Kältegerätes wünschenswert wären, können nicht durchgesetzt werden, wenn sie die Herstellung der Geräte in einer für den Anwender unzumutbaren Weise verteuern würden, bzw. wenn die Kosten, die durch das Aussortieren von die Toleranzgrenzen überschreitenden Verdampfern entstehen, durch Energie- bzw. Betriebskosteneinsparungen während der Lebensdauer des Kältegeräts nicht mehr ausgeglichen werden können.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Verfahren zum Optimieren eines Kältemittelkreises, einen zur Anwendung des Verfahrens geeigneten Kältemittelkreis und einen Verdampfer für einen solchen Kältemittelkreis anzugeben, mit denen die exakte Einhaltung eines Referenzvolumens des Kältemittelkreises auf einfache, preiswerte Weise ohne hohe Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit der einzelnen Komponenten des Kältemittelkreises erreicht werden kann.

[0005] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 1, einen Kältemittelkreis nach Anspruch 14 sowie einen Verdampfer nach Anspruch 15. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, das Innenvolumen wenigstens eines Abschnitts des Kältemittelkreises, gegebenenfalls aber auch des gesamten Kältemittelkreises mit einem Referenzwert zu vergleichen. Indem im Kältemittelkreis eine verformbare Kompensationskammer vorgesehen wird, ergibt sich die Möglichkeit, bei einer Abweichung des Volumens von dem Referenzwert durch Verformen der Kompensationskammer eine Volumen Anpassung des gesamten Kältemittelkreises herbeizuführen.

[0006] Diese Kompensationskammer kann als ein von dem zu untersuchenden Abschnitt verschiedener Bestandteil des Kältemittelkreises vorgesehen werden. Eine solche Kompensationskammer kann weitgehend frei im Kältemittelkreis angeordnet werden und in ihrer Gestalt auf die Anforderung der Verformbarkeit optimiert werden.

[0007] Eine andere Möglichkeit ist, dass die Kompensationskammer selbst Teil des Abschnitts ist, dessen Volumen mit dem Referenzwert verglichen werden soll. Diese Variante hat den Vorteil, dass der Vergleich noch vor der Mon-

tage des betreffenden Abschnitts in dem Kältemittelkreis durchgeführt werden kann, und dass das aus einer Verformung der Kompensationskammer resultierende Volumen fortlaufend gemessen werden kann, d. h. es ist nicht notwendig, aus einer Messung des Volumens des Abschnitts direkt das Ausmaß der Verformung der Kompensationskammer zu bestimmen, das zur Angleichung des Volumens an den Referenzwert erforderlich ist, sondern es genügt, festzustellen, dass das Volumen des Abschnitts von dem Referenzwert abweicht, und die Verformung der Kompensationskammer so lange fortzusetzen, bis die Angleichung von Volumen und Referenzwert erzielt ist.

[0008] Sofern nicht das gesamte Innenvolumen des Kältemittelkreises sondern nur das eines Abschnitts mit einem Referenzwert verglichen wird, so handelt es sich bei diesem Abschnitt vorzugsweise um den Verdampfer, da dieser im allgemeinen die Komponente des Kältemittelkreises mit dem größten Innenvolumen ist.

[0009] Das Innenvolumen eines unregelmäßig geformten Gegenstandes wie eben eines Verdampfers kann auf einfache Weise anhand der Abhängigkeit des Innendrucks des Abschnitts von der Menge eines eingespeisten Gases ermittelt werden. Da für das erfindungsgemäße Verfahren lediglich der Vergleich des Innenvolumens des Abschnitts mit einem Referenzvolumen erforderlich ist, nicht aber eine quantitative Kenntnis des Innenvolumens, genügt es, die an dem Abschnitt gemessene Gasmengenabhängigkeit des Innendrucks mit einer Referenz-Gasmengenabhängigkeit eines homologen Abschnitts von bekanntem Volumen zu vergleichen. Wenn der Abschnitt der Verdampfer des Kältemittelkreises ist, so bedeutet dies konkret, dass die aus einer Veränderung der eingespeisten Gasmenge resultierende Druckänderung mit der Druckänderung verglichen wird, die aus der gleichen Änderung der Gasmenge in einem Verdampfer resultiert, von dem bekannt ist, dass er das Referenzvolumen aufweist.

[0010] Das zur Ermittlung des Innenvolumens in den Abschnitt eingespeiste Gas kann zweckmäßigerweise zeitgleich für eine Dichtigkeitsprüfung eingesetzt werden, die bei den Komponenten eines Kältemittelkreises für Kältegeräte ohnehin vorgeschrieben ist.

[0011] Um sicherzustellen, dass aus einer Verformung der Kompensationskammer keine Veränderung der Druckverteilung bzw. der Strömungsverhältnisse in dem Kältemittelkreis resultiert, ist es zweckmäßig, wenn die Kompensationskammer einen toten Arm des Kältemittelkreises bildet, d. h. wenn im Betrieb des Kältemittelkreises diese Kompensationskammer zwar mit Kältemittel gefüllt ist, aber nicht durchströmt wird.

[0012] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigelegten Figuren. Es zeigen:

[0013] Fig. 1 ein schematisches Diagramm eines Kältemittelkreises gemäß der Erfindung;

[0014] Fig. 2 einen Schnitt durch eine Kompensationskammer nach einer ersten Ausgestaltung der Erfindung;

[0015] Fig. 3 schematisch einen Aufbau zum Vergleichen des Innenvolumens;

[0016] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Verdampfers mit integrierter Kompensationskammer; und

[0017] Fig. 5a bis 5c Querschnitte der Kompensationskammer des Verdampfers aus Fig. 4 jeweils im nichtverformten, schwach bzw. stark verformten Zustand.

[0018] Fig. 1 zeigt ein stark schematisiertes Blockdiagramm eines erfindungsgemäßen Kältemittelkreises. Er umfasst einen Verdichter 1, der Kältemittel unter hohem Druck an einen Wärmetauscher 2 liefert, von wo es über eine Dros-

sel 3 in einen Verdampfer 4 einströmt. An einer vom Verdampfer 4 zurück zum Verdichter 1 führenden Saugleitung 5 sind zwei Abzweigungen 6, 7 vorgesehen, wobei an die Abzweigung 6 eine Kompensationskammer 8 angeschlossen ist. Auf die Funktion der Abzweigung 7 wird später noch genauer eingegangen.

[0019] Die Kompensationskammer 8 ist bei dieser Ausgestaltung als von dem Verdampfer 4 getrennte Komponente ausgebildet, sie ist in Fig. 2 im Schnitt gezeigt. Die Kompensationskammer 8 hat eine im wesentlichen zylindrische Gestalt, wobei der Zylindermantel 9 als Faltenbalg ausgebildet ist, um die Kompensationskammer 8 axial komprimierbar und plastisch oder elastisch verformbar zu machen. Die Kompensationskammer 8 kann z. B. aus Kupferblech hergestellt sein. An einer Stirnseite der Kompensationskammer 8 ist eine Rohrleitung 10 angeschlossen, die die Kompensationskammer 8 mit der Abzweigung 6 verbindet. Die Kompensationskammer 8 ist in einen Rahmen 11 eingespannt, ihre Länge und damit ihr Innenvolumen ist mit Hilfe einer Schraube 12 einstellbar, die nach erfolgter Justage des Innenvolumens des Kältemittelkreises durch den Hersteller blockierbar sein kann, um eine nachträgliche Verstellung des Volumens zu verhindern.

[0020] Nachdem der Kältemittelkreis aus Fig. 1 aus seinen einzelnen Komponenten zusammengesetzt worden ist, soll sein Innenvolumen an einen vorgegebenen Referenzwert angepasst werden. Zu diesem Zweck kann der in Fig. 3 schematisch dargestellte Meßaufbau eingesetzt werden. Er umfasst eine Vakuumpumpe 13, eine Quelle für ein Meßgas, z. B. eine Druckgasflasche 14, einen Zylinder 15 mit beweglichem Kolben und eine Druckmesseinrichtung 16. Alle diese Komponenten sind an die zu diesem Zeitpunkt noch offene Abzweigung 7 des hier als Rechteck 17 dargestellten Kältemittelkreises angeschlossen.

[0021] Um den Vergleich des Volumens des Kältemittelkreises 17 mit einem Referenzvolumen durchzuführen, wird zunächst der Kältemittelkreis 17 mit Hilfe der Vakuumpumpe 13 evakuiert, anschließend wird die Verbindung zur Vakuumpumpe 13 mit Hilfe eines Ventils 19 abgesperrt, und Messgas aus der Druckgasflasche 14 wird so lange zugeführt, bis die Druckmesseinrichtung 16 einen vorgegebenen Wert anzeigt. Sobald dies der Fall ist, wird der Kolben des Zylinders 15 von seiner bis dahin innegehabten Anschlagposition an einem Ende des Zylinders 15 zu der gegenüberliegenden Anschlagposition am entgegengesetzten Ende verlagert. Die daraus resultierende, von der Druckmesseinrichtung 16 erfasste Druckänderung wird mit einem Referenzwert der Druckänderung verglichen, die zu einem früheren Zeitpunkt bei einer Messung an einem Kältemittelkreis mit dem Referenzvolumen erhalten worden ist. Wenn die am Kältemittelkreis 17 bei gleicher Temperatur erhaltene Druckänderung kleiner als die des Referenzvolumens ist, so ist das Volumen des Kältemittelkreises 17 zu groß; ist die Änderung zu groß, so ist das Volumen zu gering. Durch Verstellen der Schraube 12 kann das Volumen des Kältemittelkreises 17 so oft wie nötig angepasst werden, bis eine befriedigende Übereinstimmung der beobachteten Druckänderung mit der Soll-Änderung erzielt ist. Gleichzeitig mit der Volumen Anpassung kann eine Dichtigkeitsprüfung des Kältemittelkreises dadurch erfolgen, dass die Luft in der Umgebung des Kältemittelkreises auf Vorkommen des Messgases überwacht wird. Als Messgas eignet sich besonders Helium, zum einen, weil sein thermodynamisches Verhalten in guter Näherung dem eines idealen Gases entspricht, zum anderen weil die leichten Heliumatome schnell beweglich sind und eventuell vorhandene Lecks des Kältemittelkreises schnell durchdringen, und in der umgebenden Luft leicht nachzuweisen sind, da diese normalerweise kein Helium enthält.

[0022] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Verdampfers in einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung. Über die Fläche des plattenförmigen Verdampfers 21 erstreckt sich eine Rohrleitung 22 für das Kältemittel, von der ein toter Arm 23 abzweigt. Dieser tote Arm 23 bildet eine Kompensationskammer mit den gleichen Funktionen wie die Kompensationskammer 8 aus Fig. 1. Dieser Verdampfer 21 kann als Teil eines Kältemittelkreises eingesetzt werden, dessen Volumen nach Zusammenbau mit dem in Fig. 4 gezeigten Aufbau angepasst wird; es ist aber auch möglich, den Verdampfer 21 anstelle des vollständigen Kältemittelkreises 17 an den Aufbau der Fig. 3 anzuschließen und so das Innenvolumen des Verdampfers 21 an ein Referenzvolumen anzupassen.

[0023] Der tote Arm 23 erstreckt sich entlang eines seitlichen Randes des plattenförmigen Verdampfers 21, so dass er leicht mit einer Zange gefasst werden und plastisch verformt, insbesondere flachgedrückt werden kann. Fig. 5a zeigt den Querschnitt des toten Arms 23 in Höhe der Linie a aus Fig. 4. Dies ist der Querschnitt, mit dem der tote Arm 23 ursprünglich auf seiner ganzen Länge geformt ist und der dem Querschnitt der Rohrleitung 22 entspricht. Man erkennt, dass der Verdampfer 21 aus zwei zusammengefügte Blechen aufgebaut ist, von denen das untere 24 eben ist. Der tote Arm 23 ist – wie auch die Rohrleitung 22 – durch einen in das obere Blech 25 geprägten Kanal gebildet. Der Kanal hat im Querschnitt zwei gekrümmte seitliche Flanken 27 mit einem dazwischenliegenden geradlinigen Abschnitt 26. Der geradlinige Abschnitt 26 ist vorgesehen, um das Zusammendrücken des toten Arms 23 zu erleichtern. Fig. 5b zeigt den Querschnitt des toten Arms 23 in einem schwach komprimierten Zustand. Das obere Blech 25 ist im Bereich des zuvor geradlinigen Abschnitts 26 eingeknickt, so dass dieser sich dem unteren Blech 24 nähert, bzw. dieses berührt. In dem in Fig. 5c gezeigten Zustand maximaler Kompression sind auch die Flanken 27 flachgedrückt und liegen an dem unteren Blech 24 an. Die Stärke der Bleche, insbesondere des oberen Blechs 25, ist so gewählt, dass einerseits eine plastische Verformung mit Hilfe von Werkzeug leicht möglich ist und andererseits eine einmal durchgeführte Verformung im Betrieb des Kältemittelkreises dauerhaft erhalten bleibt.

[0024] Bei dem Verdampfer 21 ist eine Volumen Anpassung nur durch Volumenverringerung möglich; dies bedeutet aber keine praktische Einschränkung, da es ohne Schwierigkeiten möglich ist, den Verdampfer 21 gezielt so zu fertigen, dass sein Volumen nach der Fertigung und vor der Anpassung größer als das Referenzvolumen ist. Um die Volumen Anpassung durchzuführen, beginnt man vom verschlossenen Ende 28 des toten Arms 23 aus, diesen mit Hilfe einer Zange oder von einander auf beiden Seiten der Verdampferplatte gegenüberliegenden Walzen zusammenzudrücken. Dieser Vorgang wird so lange in Richtung der Abzweigung 6 des toten Arms 23 von der Rohrleitung 22 fortgesetzt, bis Übereinstimmung zwischen dem Volumen des Verdampfers 21 und dem Referenzvolumen erzielt ist. Auf diese Weise wird vermieden, dass in dem Verdampfer 21 Kammern entstehen, die nur über Engpässe mit der Rohrleitung 22 kommunizieren und die später zu einem irregulären Verhalten des Verdampfers führen könnten.

[0025] Nach der Volumen Anpassung und dem Abpumpen des Messgases wird der Verdampfer 21 im Kältemittelkreis montiert. Dessen Volumen entspricht nun mit einer sehr engen Toleranz einem Vorgabewert, so dass bei der anschließenden Befüllung des Kältemittelkreises mit einer exakt vorgegebenen Menge eines Kältemittels ein guter Wirkungsgrad erzielt werden kann.

1. Verfahren zum Optimieren eines Kältemittelkreises, bei dem das Innenvolumen wenigstens eines Abschnitts (4, 21; 17) des Kältemittelkreises mit einem Referenzwert verglichen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem Kältemittelkreis eine verformbare Kompensationskammer (8; 23) vorgesehen wird und bei Abweichung des Innenvolumens von dem Referenzwert das Volumen der Kompensationskammer (8; 23) angepasst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anpassung eine Reduzierung des Volumens ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Reduzierung des Volumens durch plastische Verformung erfolgt.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskammer (8) als von dem Abschnitt (4) verschiedener Bestandteil des Kältemittelkreises vorgesehen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskammer (23) Teil des Abschnitts (21) ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Messung des Innenvolumens und die Volumen Anpassung an dem Abschnitt (21) vor seiner Montage in dem Kältemittelkreis durchgeführt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschnitt ein Verdampfer (4, 21) des Kältemittelkreises ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Innenvolumen anhand der Abhängigkeit des Innendrucks des Abschnitts (4, 21; 17) von der Menge eines eingespeisten Gases ermittelt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des Innenvolumens die an dem Abschnitt (4, 21; 17) gemessene Gasmengenabhängigkeit des Innendrucks mit einer Referenzgasmengenabhängigkeit eines homologen Abschnitts von bekanntem Volumen verglichen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass anhand des eingespeisten Gases eine Dichtigkeitsprüfung vorgenommen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas Helium ist.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumen Anpassung an einem toten Arm (23) des Kältemittelkreises erfolgt.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumenreduzierung an einem verschlossenen Ende (28) des toten Arms (23) begonnen und in Richtung eines Anschlusspunktes (6) des toten Arms (23) so lange fortgesetzt wird, bis Übereinstimmung des gemessenen Volumens mit dem Referenzvolumen festgestellt wird.
14. Kältemittelkreis, gekennzeichnet durch eine zur Anpassung des Innenvolumens des Kältemittelkreises an einen Referenzwert komprimierbare Kompensationskammer (8, 23).
15. Verdampfer für einen Kältemittelkreis nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskammer (23) am Verdampfer ausgebildet ist.
16. Verdampfer nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskammer ein toter Arm (23) an einer Rohrleitung (22) für das Kältemittel

ist.

17. Verdampfer nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass er die Gestalt einer Platte hat und dass der tote Arm (23) am Rand der Platte angeordnet ist.

18. Verdampfer nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationskammer plastisch verformt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

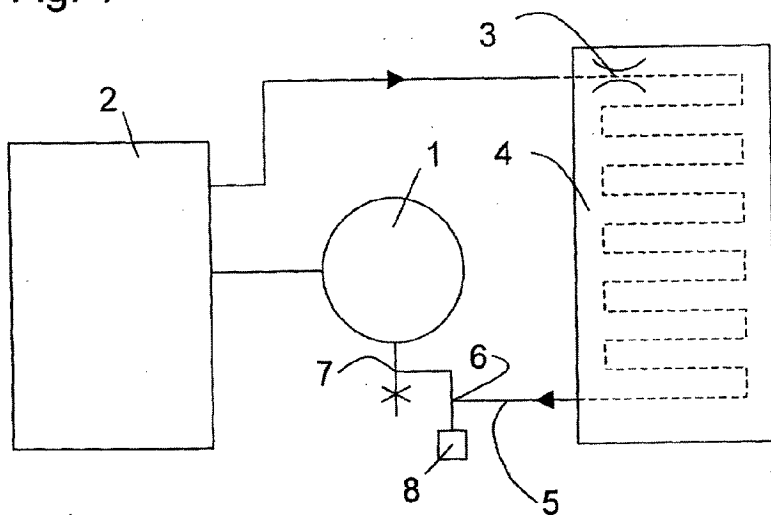


Fig. 2

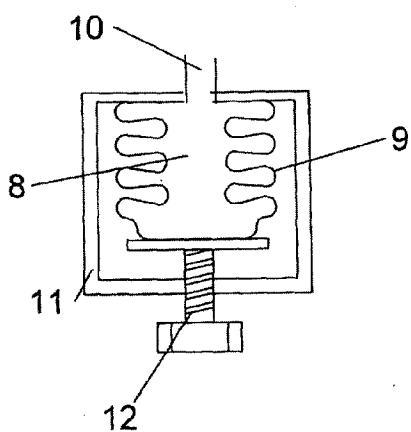


Fig. 3

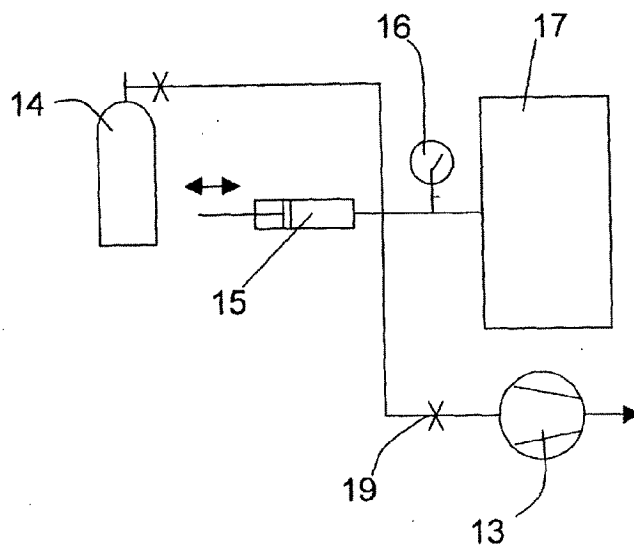


Fig. 4

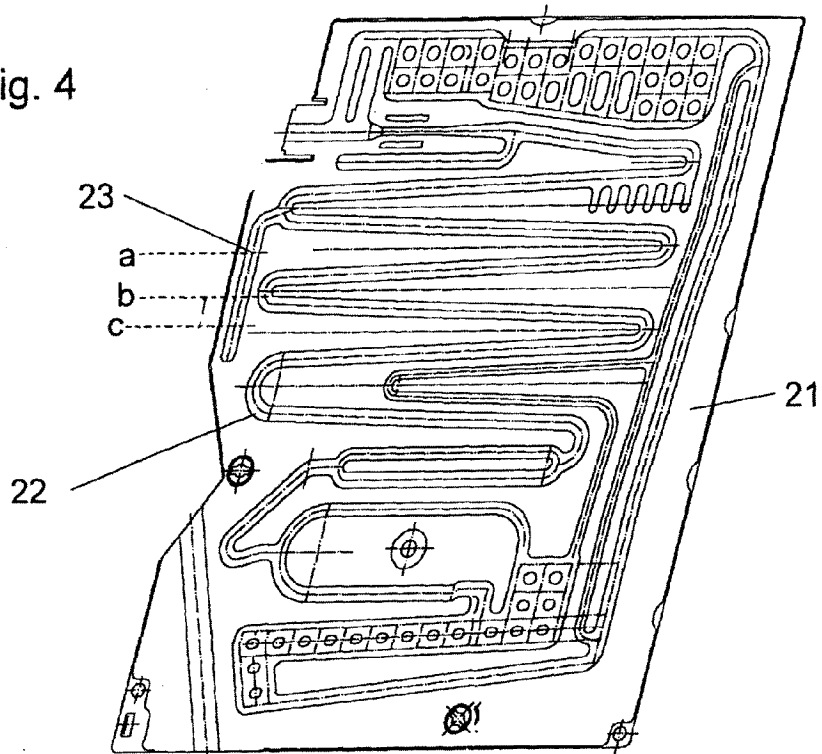


Fig. 5a

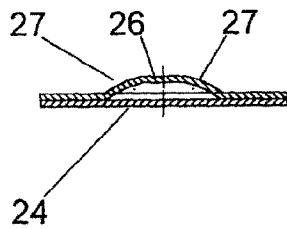


Fig. 5b

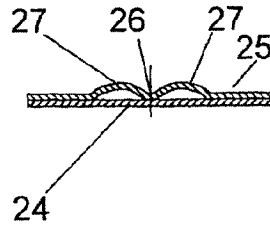


Fig. 5c

